

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA
(CP-CEM/2013)

ENGENHARIA MECATRÔNICA

**PROVA ESCRITA DISCURSIVA
INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de 05 horas e não será prorrogada. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal, sem desgrampear nenhuma folha;
- 2- Responda as questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas da prova;
- 3- Só comece a responder a prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado;
- 4- O candidato deverá preencher os campos:
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV;
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada;
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão;
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos;
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará na atribuição de nota zero;
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração, o candidato que:
 - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
 - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
 - c) desprezeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
 - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutra lugar que não o determinado para esse fim; e
 - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- **NÃO É PERMITIDO O USO DE MATERIAL EXTRA.**

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA	USO DA DE_{EnsM}
	000 A 100		

CAMPOS PREENCHIDOS
PELOS CANDIDATOS

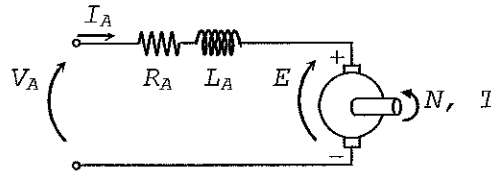
CONCURSO PÚBLICO: CP-CEM/2013
NOME DO CANDIDATO:

Nº DA INSCRIÇÃO	DV	ESCALA DE	NOTA	USO DA DE_{EnsM}
		000 A 100		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo representa um motor de corrente contínua com fluxo de campo constante.



E - força contraeletromotriz

I_A - corrente de armadura

L_A - indutância de armadura

N - rotação do rotor

R_A - resistência de armadura

T - torque gerado

V_A - tensão de armadura

A resistência R_A é de 4Ω e o torque de perdas mecânicas não varia com a rotação do rotor. As demais perdas elétricas e mecânicas são desprezíveis. Ao Alimentar o motor com $V_A = 12 \text{ V}$, estando o eixo em vazio, mediu-se $I_A = 0,5 \text{ A}$ e $N = 600 \text{ rpm}$.

Determine o módulo do torque de perdas mecânicas em N.m.

Fórmulas:

$$E = K_E \cdot H \cdot \omega$$

$$T = K_T \cdot H \cdot I_A,$$

onde K_E e K_T são constantes, H é o fluxo magnético do campo e ω é a rotação do eixo (em rad/s).

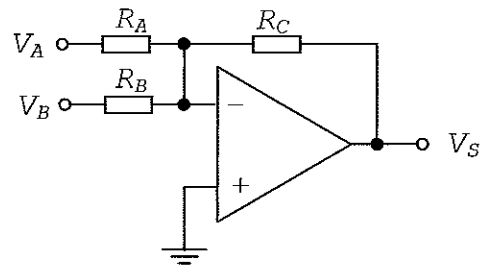
Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Na figura abaixo, o amplificador operacional tem ganho diferencial infinito, impedância de entrada infinita e impedância de saída desprezível.



Determine a expressão da tensão de saída V_S em função das resistências do circuito e das tensões de entrada V_A e V_B .

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Sejam a , b , c e d variáveis booleanas e f uma função dessas variáveis dada por:

$$f = a'.b.c'.d' + a'.b.c.d + a'.b'.c' + a.b'.c' + b'.c'.d + b.c,$$

onde a' , b' , c' e d' representam, respectivamente, os complementares das variáveis a , b , c e d .

Determine a expressão minimizada, na forma de soma de produtos, equivalente à expressão acima.

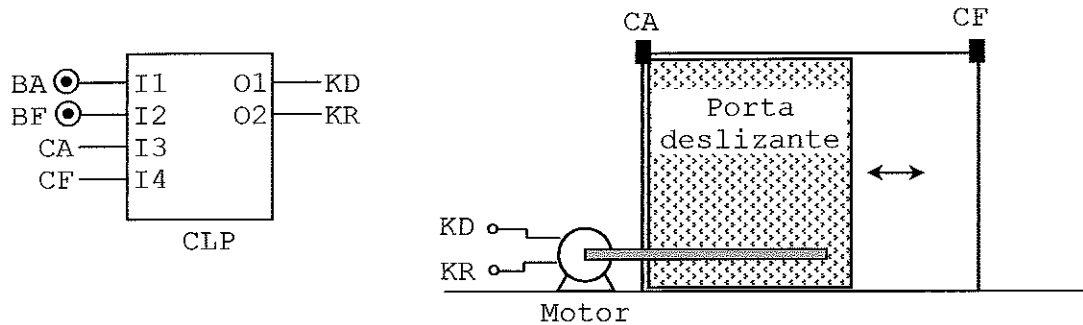
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

4ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo representa um sistema de abertura e fechamento de uma porta deslizante controlado por um controlador lógico programável (CLP).



BA e BF são dois botões monoestáveis normalmente abertos que quando pressionados energizam as entradas I1 e I2 do CLP quando pressionados. CA e CF são chaves de fim de curso normalmente fechadas. Os contatos de CA se abrem somente quando a porta se encontra totalmente aberta, enquanto que os de CF se abrem somente quando a porta está totalmente fechada. Essas chaves energizam as entradas I3 e I4 do CLP quando fechadas.

KD e KR são dois contatores que acionam o motor. Energizando-se o contator KD, o motor move a porta em direção à chave CA e, energizando-se o contator KR, o motor move a porta em direção à chave CF. Caso os dois contatores sejam energizados ao mesmo tempo, o contator KR fica desativado. Os contatores são alimentados pelas saídas O1 e O2 do CLP.

O CLP controla o motor da seguinte forma:

- Quando o botão BF é acionado, sem que o botão BA também seja, fecha-se a porta até que a chave CF seja atingida ou até que o botão BA seja acionado.
- Sempre que o botão BA é acionado, abre-se a porta até que a chave CA seja atingida, independentemente do estado do botão BF.

Faça o diagrama ladder seguindo a norma IEC 61131 do programa do CLP.

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

5ª QUESTÃO (8 pontos)

A sintaxe do comando básico de iteração em FORTRAN IV é dado por:

```
      DO <label> <intervalo de variação e incremento>  
        <comandos do bloco>  
<label> CONTINUE
```

O comando de seleção é dado por um desvio condicional:

```
      IF <condição> GOTO <label> ,
```

onde <condição> pode usar os símbolos LT (less than), GT (greater than), LE (less than or equal), GE (greater than or equal), EQ (equal) e NE (not equal).

Considere o trecho de programa em FORTRAN IV abaixo:

```
      INTEGER SEQ(10), TEMP  
      ...  
20     DO 50 J=1, 9, J=J+1  
        DO 30 I=1, 9, I=I+1  
          IF (SEQ(I).LE.SEQ(I+1)) GOTO 30  
          IF (I.EQ.(10-J+1)) GOTO 50  
          TEMP=SEQ(I)  
          SEQ(I)=SEQ(I+1)  
          SEQ(I+1)=TEMP  
30     CONTINUE  
50     CONTINUE,
```

onde SEQ(10) é um vetor de 10 posições do tipo inteiro e TEMP é uma variável do tipo inteiro.

Supondo que a configuração inicial dos elementos do vetor SEQ(10) é dada por:

índice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
conteúdo	9	4	3	7	5	2	1	6	10	8

onde **índice** indica a posição do vetor e **conteúdo** indica o elemento armazenado,

qual é a configuração final dos elementos do vetor SEQ(10) ao término da execução do trecho do programa dado?

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Sabe-se que os sistemas dinâmicos podem ser classificados de acordo com o Critério de Estabilidade Entrada-Saída da seguinte forma: Sistema Estável, Sistema Instável e Sistema Marginalmente Estável. Obviamente, o comportamento do sistema dinâmico depende, em última instância, da localização dos pólos do sistema no plano complexo s . Os pólos, por exemplo, podem ser reais e negativos, reais e positivos, imaginários, complexos conjugados com parte real positiva e complexos conjugados com parte real negativa.

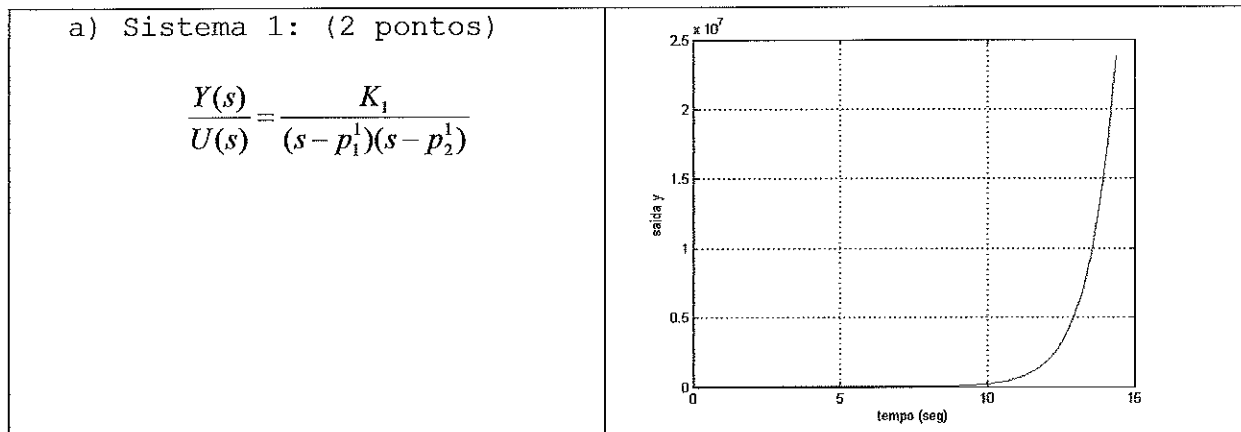
Um sistema de 2ª Ordem pode ser expresso como:

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K}{(s-p_1)(s-p_2)}$$

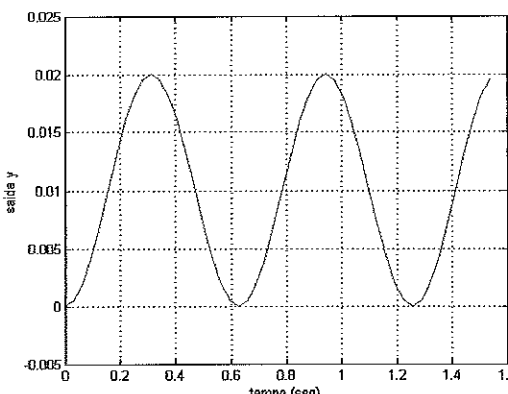
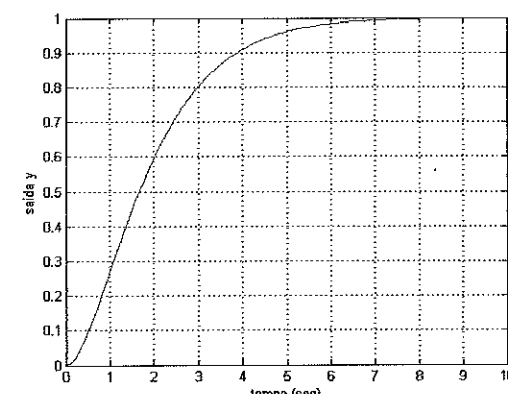
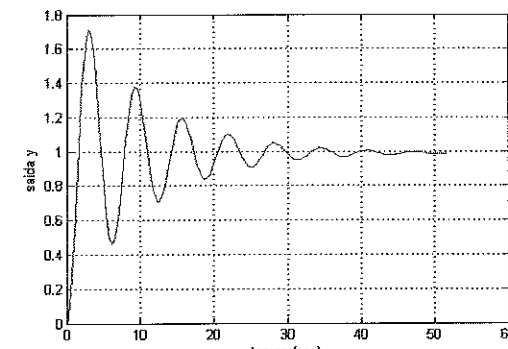
Esse sistema pode assumir todos os comportamentos acima descritos dependendo do valor dos pólos p_1 e p_2 .

Nas figuras a seguir, estão ilustradas respostas de diferentes sistemas de 2ª Ordem. A excitação utilizada é do tipo degrau unitário.

Indique, para cada sistema, em que região do plano s estão localizados os pólos p_1 e p_2 e a classificação desses sistemas segundo o Critério de Estabilidade Entrada-Saída.



Continuação da 6ª questão

<p>b) Sistema 2: (2 pontos)</p> $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K_2}{(s-p_1^2)(s-p_2^2)}$	
<p>c) Sistema 3: (2 pontos)</p> $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K_3}{(s-p_1^3)(s-p_2^3)}$	
<p>d) Sistema 4: (2 pontos)</p> $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K_4}{(s-p_1^4)(s-p_2^4)}$	

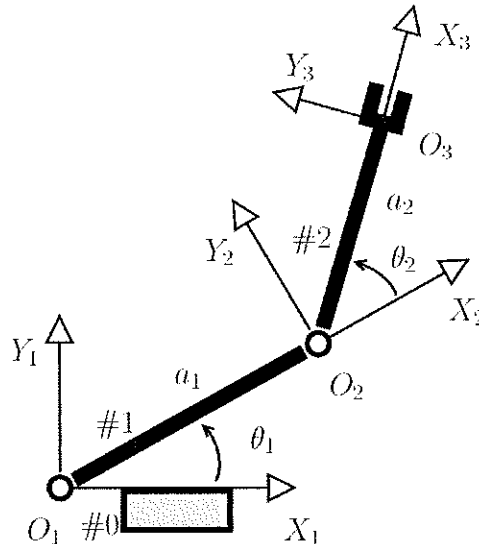
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Na figura abaixo, está ilustrado um robô manipulador com 2 elos (links), com juntas rotativas no plano 2D, e com uma garra (end-effector). Os elos estão identificados como #1 e #2. A base do robô está identificada como #0 e a_1 e a_2 são os comprimentos dos respectivos elos. Estão representados 3 sistemas de coordenadas: $\theta_1 - X_1Y_1Z_1$, $\theta_2 - X_2Y_2Z_2$, $\theta_3 - X_3Y_3Z_3$, onde θ_1 , θ_2 , θ_3 são os centros dos sistemas de coordenadas. Os eixos Z_1 , Z_2 , Z_3 encontram-se perpendiculares à folha de papel.



Usualmente, há interesse na relação de cinemática direta, por exemplo, dado um Ponto P no espaço, cuja posição esteja descrita no sistema de coordenadas $\theta_3 - X_3Y_3Z_3$ através do vetor:

$$P_3 = \begin{bmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{bmatrix},$$

deseja-se saber qual é a posição do ponto P descrito no sistema de coordenadas $\theta_1 - X_1Y_1Z_1$ aqui denominado P_1 .

Sabe-se que uma transformação de coordenadas é composta sempre de uma operação de rotação e uma operação de translação.

Utiliza-se muitas vezes uma notação conveniente denominada Transformação Homogênea:

$$p_1 = A_3^1 p_3,$$

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

Continuação da 7ª questão

Onde $A_3^1 = \begin{bmatrix} R_3^1 & t_3^1 \\ 000 & 1 \end{bmatrix}$, sendo R_3^1 uma matrix de 3 x 3 dimensões que descreve as rotações angulares dos eixos ortogonais do sistema de coordenadas $0_3 - X_3 Y_3 Z_3$ em relação ao sistema de coordenadas $0_1 - X_1 Y_1 Z_1$, e t_3^1 um vetor de dimensões 3 x 1 que descreve a translação do sistema de coordenadas $0_3 - X_3 Y_3 Z_3$ em relação ao sistema de coordenadas $0_1 - X_1 Y_1 Z_1$.

Além disso,

$$p_1 = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \\ 1 \end{bmatrix},$$

e

$$p_3 = \begin{bmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

A transformação homogênea A_3^1 é muitas vezes expressa considerando a sequência de sistemas de coordenadas associadas a cada elo, ou seja, $A_3^1 = A_2^1 A_3^2$, ou ainda,

$$A_3^1 = \begin{bmatrix} R_2^1 & t_2^1 \\ 000 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_3^2 & t_3^2 \\ 000 & 1 \end{bmatrix}.$$

Com base nessas informações, calcule as Matrizes de Transformação Homogênea A_2^1 , A_3^2 .

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

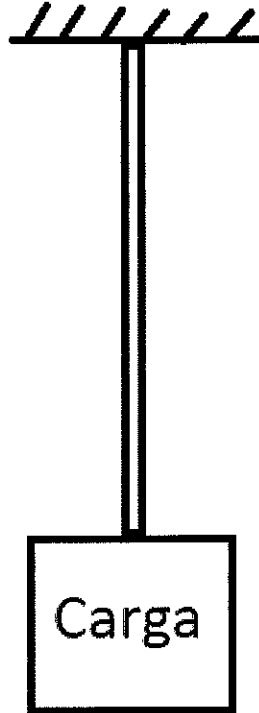
Concurso: CP-CEM/2013

8ª QUESTÃO (8 pontos)

A sala de controle de uma fornalha siderúrgica deve ser mantida a uma temperatura de 20°C . O forro e as paredes da sala foram projetadas para um bom isolamento térmico, mas a sala apresenta uma janela retangular de vidro de 1 m de altura por 4 m de comprimento, o que contribui com a metade da troca de calor da sala com o ambiente externo. O ambiente externo à sala de controle apresenta uma temperatura constante de 40°C . Sabendo que a espessura da janela de vidro é de 1 cm e que a sua condutividade térmica é de 2 W/mK , qual deve ser a potência mínima de refrigeração para manter a sala em 20°C ?

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Determine o diâmetro mínimo de uma barra cilíndrica que é capaz de suportar uma carga axial em tração de 3140 kgf. O material da barra apresenta uma tensão crítica de tração de 250kgf/mm^2 e tensão crítica de cisalhamento de 80kgf/mm^2 . Assuma o valor: $\pi = 3,14$.



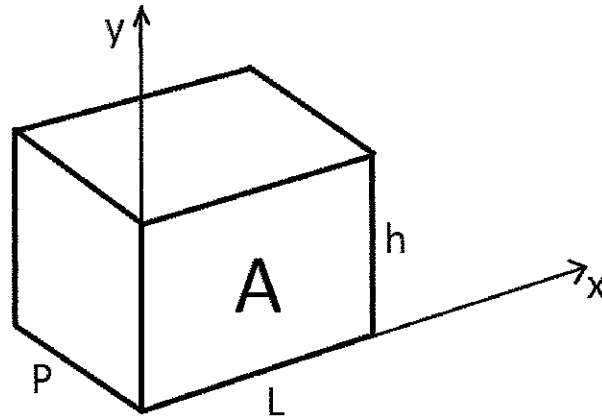
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Determine o módulo da força hidrostática equivalente que atua na parede A do aquário. As dimensões do aquário são $40 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ (respectivamente, $L \times P \times h$). O nível da água está a 20 cm do fundo e $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA MECATRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2013